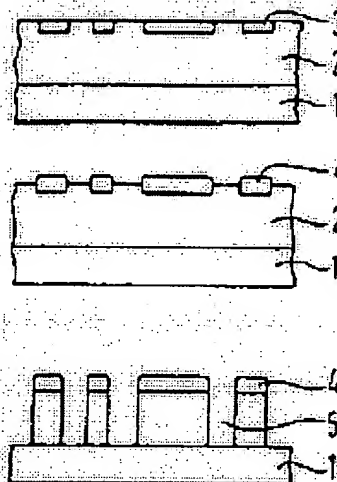


Abstract of JP1245215

PURPOSE: To substantially shorten the acquisition time of complete images by using a primary light beam composed of plural secondary light beams (element light beams).

CONSTITUTION: The primary light beam composed of the plural secondary beams is converged and spatially filtered by a converging and filtering device 12 so as to obtain beams for which the illuminance of a cross-section is uniformly distributed. Then, the primary beam is re-converged on a test object by a converging device 30. The foci of the respective secondary beams are distributed over heights $z_1, z_2 \dots z_n$. The secondary beams are reflected from the test object and returned to a detector 20 by a separation plate 18 and only the secondary beam correctly converged on the surface of the test object is re-converged at the conjugate point P of the focus. Thus, the scanning optical microscope for each depth of an extension visual field is executed by single scanning by the beam of the test object. Also, the need of continuous image acquisition is eliminated, and thus, the acquisition time of the complete images is substantially shortened.



⑫ 公開特許公報(A) 平1-245215

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)9月29日

G 02 B 26/10
G 01 N 21/17B-7348-2H
A-7458-2G

審査請求 未請求 請求項の数 16 (全10頁)

⑮ 発明の名称 拡張視野の走査共焦光学検鏡的及び深度別の試験の方法とそのため
の装置

⑯ 特 願 平1-16073

⑰ 出 願 平1(1989)1月25日

優先権主張 ⑱ 1988年1月27日 ⑲ フランス(FR) ⑳ 88800934

㉑ 発 明 者 ベルナール ビカール フランス国、サン マルタン デール 38400 リュ ジ
ヨルジュ ビゼー 8㉒ 出 願 人 コミサリヤ タア レ フランス国、パリ 75015 リュ ド ラ フェデラシオ
ネジ アトミック ン 31/33

㉓ 代 理 人 弁理士 重 野 剛

明 細 書

1. 発明の名称

拡張視野の走査共焦光学検鏡的及び
深度別の試験の方法とそのため装置

2. 特許請求の範囲

(1) 拡張視野の走査共焦光学検鏡的及び深度
別の試験の方法に於て、少なくとも1つの特性に於て相互に区別される
複数の二次光ビームにより構成された一次光ビー
ムが形成され、集光装置によって各二次光ビームが高さの異な
るポイントで試験対象上に集光され、試験対象から反射した二次光ビームが検出シス
テムに送られ、

二次光ビームの照度の検出がなされ、

検出された信号のデジタル分析と処理がなさ
れ、試験される全ての対象に関して一次光ビームの
走査が行なわれる各段階から成ることを特徴とす
る拡張視野の走査共焦光学検鏡的及び深度別の試

験の方法。

(2) 二次光ビームはそれぞれの二次光ビーム
ごとに異なる波長に於て相互に区別されることを
特徴とする請求項1記載の方法。(3) それぞれの二次光ビームごとに固有に一
時的に変調される振幅に於て二次光ビームは相互
に区別されることを特徴とする請求項1記載の方
法。(4) 試験対象の方向に延びる一次光ビームを
供給する光源と、

空間的濾光及び集光装置と、

前記ビームを研究対象上に集光する集光装置
と、試験対象から反射した光ビームを戻す分離板
と、集光装置の焦点の共役点におかれたダイアフラ
ムを含んで成り、出力に信号を供給する検出シス
テムと、検出システムの出力に接続された入力を有する
デジタル処理及び分析システムと、

を含んで構成されており、

前記光源は多色であり、一次光ビームは波長が異なる複数の二次光ビームから成り、且つ集光装置は色収差を生じることを特徴とする請求項1記載の方法を実行するための装置。

(5) 分離板により戻された試験対象からの反射ビームの光路上に配置され、前記反射ビームを構成する波長の異なる二次光ビームを空間的に分離する側方分散光学システムと、

側方分散光学システムにより分離された二次光ビームを受ける各システムに通した検出システムとを更に含み、各検出システムは集光装置の焦点の共役点に配置されたダイアフラムを含んで成り、前記検出システムは前記信号の処理と分析のためのシステムの入力に接続された出力に信号を供給することを特徴とする請求項4記載の装置。

(6) 側方分散光学システムは回折格子であることを特徴とする請求項5記載の装置。

(7) 側方分散光学システムはプリズムである

装置。

(10) 二次光ビームを空間的に分離する装置は回折格子と、レンズ通過後は二次光ビームが平行になるためのレンズとを含んで成っており、且つ二次光ビームを重ねる装置は前記二次光ビームが通過するレンズと、重ねられたビームを空間的に濾光及び集光装置へと再度回帰させる回折格子とを含むことを特徴とする請求項8記載の装置。

(11) 各二次光ビームの振幅を一時的に変調する装置は音響光学素子であることを特徴とする請求項8記載の装置。

(12) 多色光源は少なくとも2つの波長が異なるビームを発光するレーザーであることを特徴とする請求項4記載の装置。

(13) 多色光源は波長が異なるビームを発光する少なくとも2つのレーザーから構成されることを特徴とする請求項4記載の装置。

(14) 試験対象の方向に延びる一次光ビームを発する光源を具備する請求項1記載の方法を実行するための装置に於て、

ことを特徴とする請求項5記載の装置。

(8) 光源と濾光および集光装置との間の一次光ビームの光路内に設けられた次の各装置即ち、

各二次光ビームを空間的に分離する装置と、

特定周波数にて各二次光ビームの振幅を一時的に変調する装置と、

一次光ビームを再形成し、前記一次光ビームを空間的に濾光装置及び集光装置へと向けるために各二次光ビームを重ねるための装置と、

を含むことを特徴とする請求項4記載の装置。

(9) 各二次光ビームを空間的に分離する装置は、分離板と、分離板を通過した後に残りの一次光ビームを反射して二次光ビームを形成するミラーとを含んで成り、且つ二次光ビームを重ねるための装置は分離板と、一次光ビームからの二次光ビームの最初の分離から誘導された二次光ビームに戻すためのミラーとを含んで成り、且つ分離板は二次光ビームの1つだけを反射し、別のビームは反射しないことを特徴とする請求項8記載の

一次光ビームを複数の二次光ビームに分割し、且つ各二次光ビームの振幅を特定周波数で、一時的に変調する装置へ該二次光ビームを整然と送るための装置と、

各二次光ビームの異なる集光を可能にする集光装置と、

二次光ビームを再結合し且つ回帰させ、一つの一次光ビームを前記再結合により生成させるための装置と、

第1集光システムと、

異なる高さでの各二次光ビームの集光を可能にする第2集光システムとを含み且つ、試験対象から反射したビーム、すなわち反対方向に装置の各素子を再通過した反射ビーム、の光路上において一次光ビームの分離装置と光源との間に位置する分離板は、濾光及び集光システムを用いて前記反射ビームを検出システムの方角に送ることを特徴とする装置。

(15) 各二次光ビームの振幅変調は各二次光ビームとも同一周波数で行なわれ、各変調の位相

は異なることを特徴とする請求項14記載の装置。

(16) 各二次光ビームの振幅変調は各二次光ビームごとに異なる周波数にて行なわれることを特徴とする請求項14記載の装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は拡張視野の走査共焦光学鏡的かつ深度別試験の方法と、前記の方法を実行するための装置に関する。

〔従来の技術〕

本発明はとくに高速度で実施される深度別拡張視野の鏡光学画像の形成、とくにマイクロエレクトロニクス検査に係る。

一般に走査共焦光学鏡法を実施するための手順は次のとおりである。

集光システムに向けられる光ビームが形成される。

前記集光システムを用いてビームが研究対象に集光される。

16上に再集光される。ビームは試験対象から反射して分離板18によって、検出信号のデジタル分析と処理のためのシステムと接続された検出システム20へと戻される。検出システム20は集光装置14の焦点の共役点に置かれたダイアフラムから成っている。デジタル処理の後に得られた画像は顕微鏡スケール上の試験対象16の反射性の変化を表わす。その開口が例えば数10ミクロンであるダイアフラム21によって試験対象において集光されないビームから派生する光線の検出を避けることが可能になる。画像の形成に関する焦点はずれの効果は第2図に示す。

F_0 は集光装置14を通過後のビームの焦点である。

対象16が集光装置14の焦点面の内側に置かれた場合、点 F_0 の共役点はダイアフラム21の面の内側に位置する点 F'_0 である。この面の内側の光点の寸法はそのとき最小であり、検出システム20により集められるエネルギーは最大である。

分離板を用いて試験対象から反射した光ビームがデジタル検出、分析及び検出信号の処理のためのシステムに送られる。

分離板から送られた照度が検出され、検出信号がデジタル方式で分析、処理される。

固定された対象に対して光ビームを移動するか、又は固定されたビームに対して対象を移動することによって研究対象上で光ビームの走査が行なわれる。

上記の方法を実行可能な公知の装置を第1図に概略的に示す。

レーザーのような単色光源10から発する光ビームは空間的にフィルタをかけられ、集光装置12によって集光されるが、前記集光は例えばレンズを用いて、又、フィルタリング(光を光学用フィルタで処理すること。以下、濾光ということがある。)は例えばダイアフラムによって行なわれる。それによってビーム断面に均一に配分される照度を得ることが可能になる。次にビームはレンズのような集光装置14によって研究対象

対象が集光装置14の焦点面から離されると、対象から反射した光ビームの画像 F' は F'_0 から離れる。ダイアフラム21の面の内側の光点は拡大し、検出システム20により集められる光エネルギーは以前より大幅に小さい。

このようなダイアフラム21の存在において、顕微鏡が実際の共焦モードで用いられる。ダイアフラム21は、これを用いずに得られる画像の解像度と比較して約1.4倍の最終画像の解像度を得ることを可能にする。

対象16上のビームの走査を行なうために用いられる装置は第1図には図示していない。

この種の装置では、視野の深度は極めて小さく、0.3乃至0.5 μm である。

第1図に示す装置の使用を基本にして、拡張視野深度別光学画像形成を行なうことが可能である。例えば0.5 μm の連続間隔の高さにてカットを行なうだけでよい。公知の方法で、高さ z_1 にて対象16の走査が行なわれ、次に対象16を装置の軸 z に沿って高さ z_2 まで移動させ、そこ

で新たに走査が行なわれ、以下同様である。

この方法はトニー・ウィルソン、コーリン・シェパード共著「走査光学校鏡法の理論と実際」(1984年、アカデミック・プレス刊)の第5章123ページに開示されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

獲得される視野の深度はその際、作成された連続カットの数によって限定される。

この方法は連続画像をいくつか取得する必要があるという欠点を有し、このことによって顕微鏡の光学画像形成の速度が著しく低減する。現在使用されている公知の装置によれば、対象16(視野の深度0.5 μ m)のカッティングからの画像形成には2秒も要する。画像モニターを備えた同期装置の場合、画像形成時間は画像モニターのフレーム4の走査時間である。これらの時間は所望の拡張された視野の深度に対応する所望の連続画像の数だけ倍増することになる。

〔課題を解決するための手段〕

本発明によって、試験対象16のビームによる

・試験対象の全てについて一次光ビームの走査を行なう。

この方法の特徴に基づき、二次ビームはそれぞれについて固有な態様で一時的に変調される振幅に於て相互に区別される。

なお、光ビームを単にビームということがある。

本発明は上記の方法を実行する装置をも含んでいる。この装置は、

試験対象の方向に延びる一次光ビームを発する光源と、

空間的濾光及び集光装置と、

試験対象から反射した光ビームを戻す分離板と、

集光装置の共役点におかれたダイアフラムを含んで成り、出力に信号を供給する検出システムと、

検出システムの出力に接続された入力を有するデジタル処理及び分析システムとから構成される。

単一の走査で拡張視野の深度別走査光学校鏡を実行することが可能である。連続的な画像取得が不要であり、従って完全な画像の取得速度が著しく縮まる。

本発明の厳密な目的は拡張視野の走査共焦光学校鏡及び深度別試験の実施方法を提供することである。この方法は以下の各段階から成っている。

・少なくとも1つの特性に於て相互に区別される複数の二次光ビーム(要素光ビーム)から成る一次光ビーム(該要素光を集合させた光ビーム)が形成される。

・一次ビームを集光装置へと向ける。

・異なる高さのポイントで集光装置によって試験対象上に各二次光ビームを集光する。

・試験対象から反射した二次光ビームを検出システムへと送る。

・二次ビームの照度を検出する。

・検出された信号をデジタル分析、且つ処理する。

前記光源は多色であり、一次光ビームは波長が異なる複数の二次ビームから成る。又、集光装置は色収差(波長によって異なる焦点に光が集光されること)を生じる。

この装置は各焦点面を区別せず、試験対象16の高低が現われない画像を供給する。すなわち表面の細部は当該表面の高さにかかわらず同一面上に現われる。

一実施例では、装置は次のシステムを備えている。

分離板より戻された試験対象からの反射ビームの光路上に配置され、前記反射ビームを構成する波長の異なる二次ビームを空間的に分離する側方分散光学システム、及び、

側方分散光学システムにより分離された二次ビームをそれぞれ受けるのに適した検出システムである。各検出システムは集光装置の焦点の共役点に配置されたダイアフラムを含んで成り、検出システムは前記信号の処理と分析のためのシステムの入力に接続された出力に信号を供給する。

この上述の実施例によって試験対象の高低は再び確立されることができる。

視野の深度の範囲は集光装置の軸方向の色分散と、多色光源の色(波長)の拡張(広がり)に対応する。

一実施例では側方分散光学素子は回折格子である。

別の実施例では、側方分散光学素子はプリズムである。

別の実施例では本発明に基づく装置は光源と濾光及び集光装置との間の一次ビームの光路内の次の装置から成っている。すなわち、

各二次ビームを空間的に分離する装置と、

特定の周波数でそれぞれの二次ビームの振幅を一時的に変調する装置と、

一次ビームを再形成するために各二次ビームを重ねて、前記一次ビームを空間的濾光及び集光装置へと向けるようにする装置である。

一実施例では、各二次ビームを空間的に分離する装置は分離板と、分離板を通過した後に残りの

別の実施例では、本発明に基づく装置は試験対象の方向に延びる一次光ビームを発する光源を具備している。それは更に、

一次光ビームを複数の二次ビームに分割し且つ各二次ビームの振幅を特定周波数で一時的に変調する装置へ二次ビームを整然と送るための装置と、

各二次ビームの異なる集光を可能にする集光装置と、

二次ビームを再結合し且つ回帰させ、一次ビームを再結合により生成させる装置と、

第一集光システムと、

異なる高さにて二次ビームがそれぞれ集光されることを可能にする第2集光システムとを含み、

試験対象から反射したビーム、すなわち反対方向に装置の各素子を再通過した反射ビームの光路上の一次ビームの分離装置と光源との間に配置された分離板は濾光及び集光システムを用いて前記反射ビームを検出システムへと送る。

一次ビームを戻して二次ビームを形成するミラーを含んでいる。二次ビームを重ねる装置は分離板と、一次ビームからの二次ビームの最初の分離から誘導された二次ビームを戻すためのミラーとを含んでいる。分離板は二次ビームの1つだけを反射し、別のビームは反射しない。

別の実施例では、二次ビームを空間的に分離する装置は回折格子と、レンズ通過後は二次光ビームが平行になるためのレンズとを含んでおり、又、二次ビームを重ねる装置は前記二次ビームが通過するレンズと、重ねられたビームを空間的濾光及び集光装置へと回帰させる回折格子とを具備している。

一実施例では、それぞれの二次ビームの振幅を一時的に変調する装置は音響光学素子である。

一実施例では多色光源は少なくとも2つの波長が異なるビームを発光するレーザーである。

別の実施例では多色光源は波長が異なるビームを発光する少なくとも2つのレーザーから構成される。

上記装置の一実施例では、それぞれの二次ビームの振幅変調はそれぞれの二次ビームごとに同一周波数にて行なわれ、それぞれの変調の位相は異っている。

上記装置の一実施例では、それぞれの二次ビームの振幅変調はそれぞれの二次ビームごとに異なる周波数で行なわれる。

【実施例】

次に本発明の実施例を第3図乃至第7図を参照しつつ詳細に説明する。これは単に説明上の実施例であり、何ら本発明を限定するものではない。

第3図は本発明に基づく装置を示す。多色光源11は複数の二次ビームから成る一次光ビームを発する。光源11は、活性物質がアルゴンであり且つ例えばいくつかの波長で光を放射するレーザーでよい。光源は例えば異なる波長で光を放射するいくつかのレーザーの組合せでもよい。一次ビームは断面の照度が均等に配分されたビームを得られるように集光及び濾光装置12によって集

光され且つ空間的に濾光される。これらの集光及び濾光装置12は例えばダイアフラム及び色消しレンズにより構成され、ダイアフラムの開口は色消しレンズの焦点に位置している。

次に一次ビームは、例えば同一種類のガラス製のレンズにより軸色を生ずる集光装置30によって試験対象(図示せず)上に再集光される。それぞれの二次ビームは同一の焦点を有していない。すなわち焦点は高さ $z_1, z_2 \dots z_n$ にわたって分布しており、 n の全体数は一次ビーム内に存在する二次ビームの数と等しい。焦点の高さの軸を表わす軸 z は装置の軸と合体する。

二次ビームは試験対象から反射して分離板18によって検出装置20へと戻される。

それぞれの探査ポイントについて試験対象が一次ビームによって走査されるとき、試験対象の表面上で正しく集光された1つの二次ビームだけが、その焦点の共役点Pにて再集光される。一方、試験対象の表面上で集光される各ビームは、共役点Pである同一の焦点で集光装置30によっ

側方分散光学システム32が、試験対象から反射され、分離板18により戻される二次ビームの光路上に配置されている。

このようにして、各二次ビームが空間的に分離され、それぞれが検出システム20に送られる。

第4図Bは、側方分散システム32が回折格子32'でもよいことを示している。第4図Cは側方分散システム32はプリズム32''でよいことを示している。

それぞれの検出システム20は各二次ビームの焦点の共役点Pに配置されたダイアフラム21を含んで成っている。

検出装置20はその出力から、分析及び処理装置22によりデジタル分析・処理される信号を発する。

デジタル処理の後、この装置は試験対象のそれぞれの探査ポイントについて、対象の表面上で正しく集光された二次ビームの高さを復元することが可能である。

て再集光される。

検出装置20の一部を形成するダイアフラム21の存在によって、試験対象の表面上に正しく集光されない二次ビームを濾光することが可能となる。

検出システムは一つの出力で処理及び分析装置22によってデジタル分析・処理される信号を発する。

この装置は試験対象の表面上で正しく集光された全てのビームを均等に処理する。これは対象の高低に関する情報を提供せず、例えば $0.5 \mu m$ の特定の厚さにおよぶ対象の表面状態に関する情報を提供するのみである。

試験対象の高低の分析と処理を可能にするため、本発明に基づく発明の変型が第4図Aに提案されている。

第4図Aは簡略化のために、高さ z_1, z_2 及び z_3 にて集光される3つの二次ビームを示しているが、決してこれに限定されるものではない。

本発明に基づく装置の別の態様でも同一の結果を得ることが可能である。

第5図は光源11から発した一次ビームに含まれる二次ビームが装置34によって空間的に分離されることを示している。限定するためではなく簡略化するため、この図面では3つの二次ビームしか示していない。それぞれの二次ビームは変調装置36によって特定の周波数にて振幅変調される。次に二次ビームは、二次ビームを分離するために用いられたものと同様の装置38によって一次ビームを再形成するために重ねられる。これらの重畳及び空間的分離装置34、38は、例えば二次ビームの1つだけを反射し、別の二次ビームは反射しないように加工された分離板である。

検出システム20は分離板18により戻されたそれぞれの二次ビームを復調する装置から成っている。

第6図は二次ビームを分離し、振幅変調し且つそれらを再結合することが可能な別の装置を示す。

光源から発する一次ビームを構成する二次ビームは回折格子40によって空間的に分離される。レンズ42によって、二次ビームの伝播方向を平行にすることが可能である。(二次ビームのうち3つだけを示すが、これは簡略化のために限定するものではない。)それぞれの二次ビームは装置36によって特定周波数で一時的に振幅変調される。例えば、これらの変調装置36は音響光学素子でよい。

二次ビームはレンズ44及び回折格子46によって再び重ねられ、空間的露光及び集光装置12(第6図では図示せず)に送られる。

本発明に基づく装置の別の実施例を第7図に示す。

レーザーのような光源10が一次ビームを発する。

一次ビームを等しい照度の複数の二次ビームへと分割する装置52が一次ビームの光路上に配置されている。

これらの装置は例えば分離板である。これらの

ビームは異なる高さ(z_1, z_2, z_3)にて集光される。

二次ビームは試験対象(図示せず)から反射して装置の各素子を逆方向に再び通過する。分離板50によって反射ビームは濾光及び集光システム12に戻ることができる。試験対象の表面上で集光された二次ビームだけが検出システム20に送られる。検出システム20によって出力に送られた信号はそこで分析及び処理システム22によってデジタル分析・処理される。

[発明の効果]

以上の通り、本発明の請求項(1)ないし(3)の方法及び請求項(4)ないし(16)の装置によると、試験対象のビームによる単一の走査で拡張視野の深度別走査光学検鏡を実行することが可能である。また、連続的な画像取得が不要であり、従って完全な画像の取得速度が著しく縮まる。

本発明によると、拡張視野の走査共焦光学検鏡及び深度別試験の正確にして確実な実施が可能で

分離板を通過後、これも二次ビームを形成する残りの一次ビームはミラー53によって反射する。

この図では限定するためではなく簡略化のために3つの二次ビームだけを示す。

それぞれの二次ビームは、例えば音響光学素子でもよい変調装置によって、特定周波数にて一時的に振幅変調される。

変調後、それぞれの二次ビームは例えば焦点距離が異なるレンズである集光装置51を通過して、二次ビームのそれぞれ異なる集光が可能となる。

各二次ビームは再結合装置52によって一次ビームを再形成できるように再結合され、反射ミラー53によって、半透明板を一次ビームが通過したことにより生じる二次ビームが別の二次ビームと再結合することが可能となる。

振幅変調された二次ビームから成る一次ビームは第1集光システム54を通過し、次に第2集光システム56を通過する。このようにして各二次

ある。

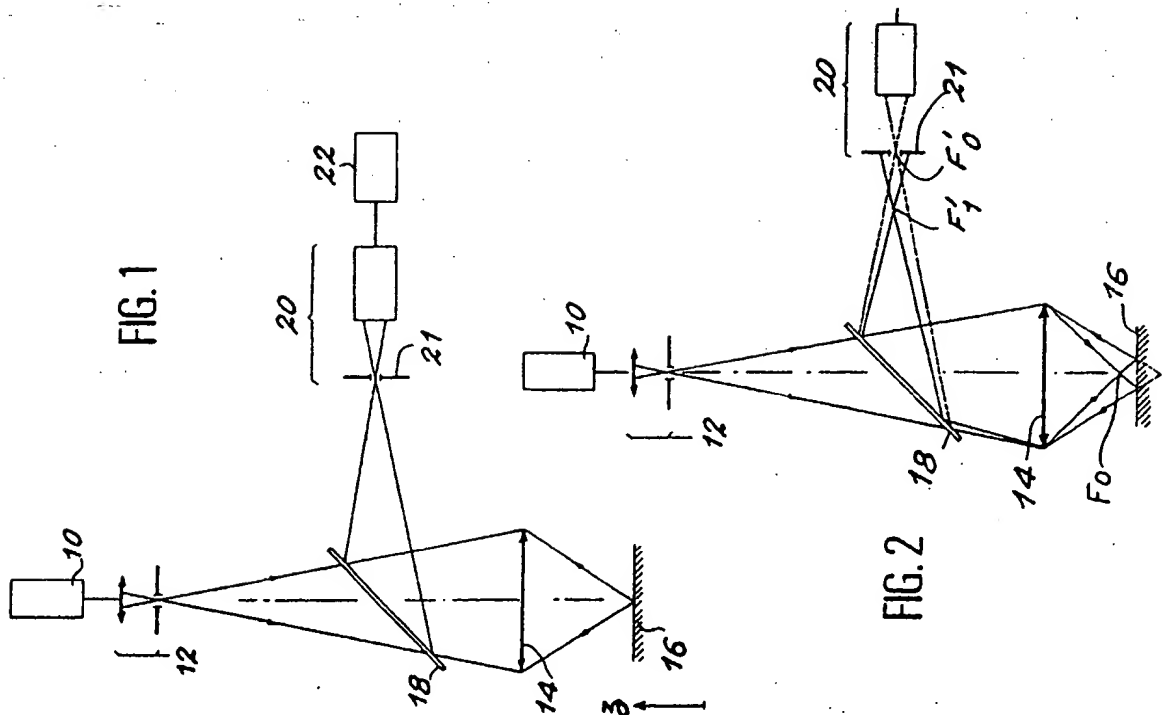
4. 図面の簡単な説明

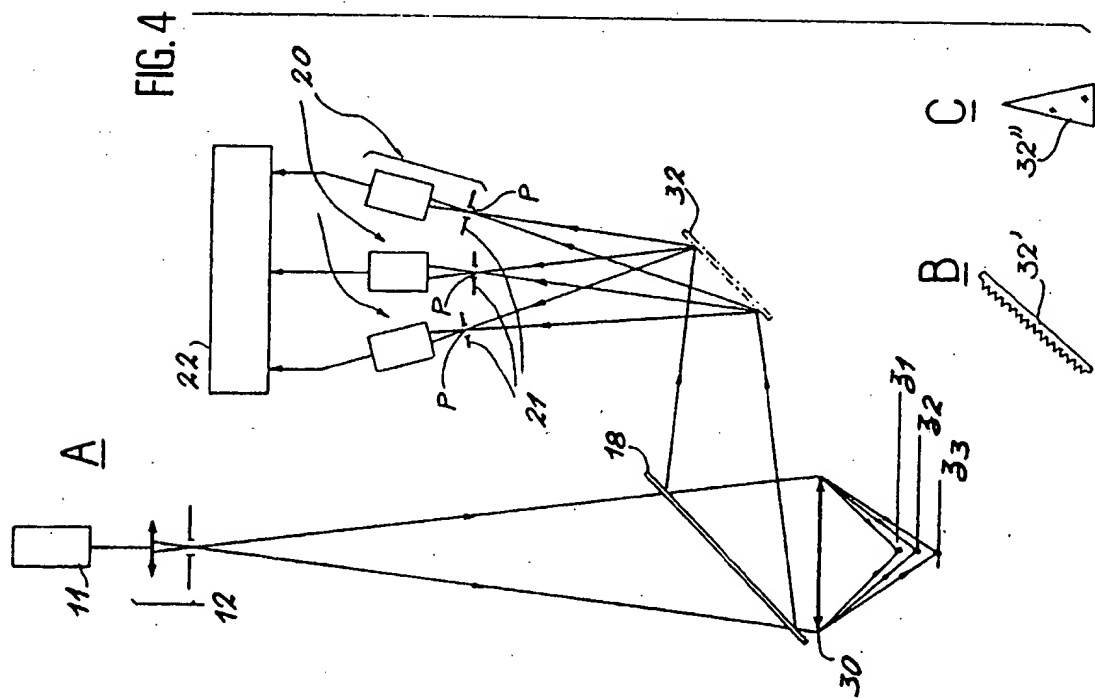
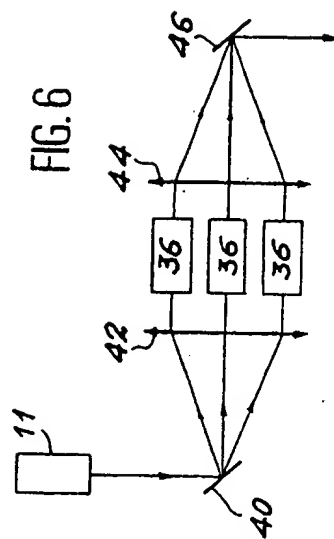
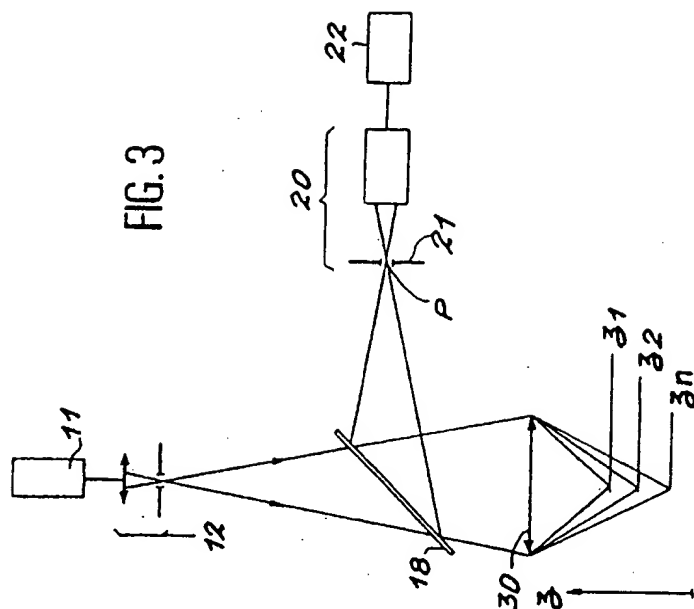
第1図及び第2図は公知の装置を示す構成図である。第3図は本発明に基づく装置を示す構成図である。第4図は本発明に基づく装置の変型を示す構成図である。第5図は本発明に基づく装置の変型を示す構成図である。第6図は二次光ビームの空間的分離のための装置を示す構成図である。第7図は多色光源を用いた本発明に基づく装置を示す構成図である。

- | | |
|--------------|--------------|
| 11…光源、 | 12…濾光及び集光装置、 |
| 14…集光装置、 | 16…試験対象、 |
| 18…分離板、 | 20…検出システム、 |
| 21…ダイアフラム、 | |
| 22…処理及び分析装置、 | |
| 32…側方分散システム、 | |
| 32'…回折格子、 | 32''…プリズム、 |
| 34…分離装置、 | 36…変調装置、 |
| 38…重ね装置、 | 40…回折格子、 |
| 42…レンズ、 | 44…レンズ、 |

46 ... 回折格子、 52 ... 再結合装置、
 53 ... 反射ミラー、 54 ... 第1集光システム、
 56 ... 第2集光システム。

代理人 弁理士 重 野 剛





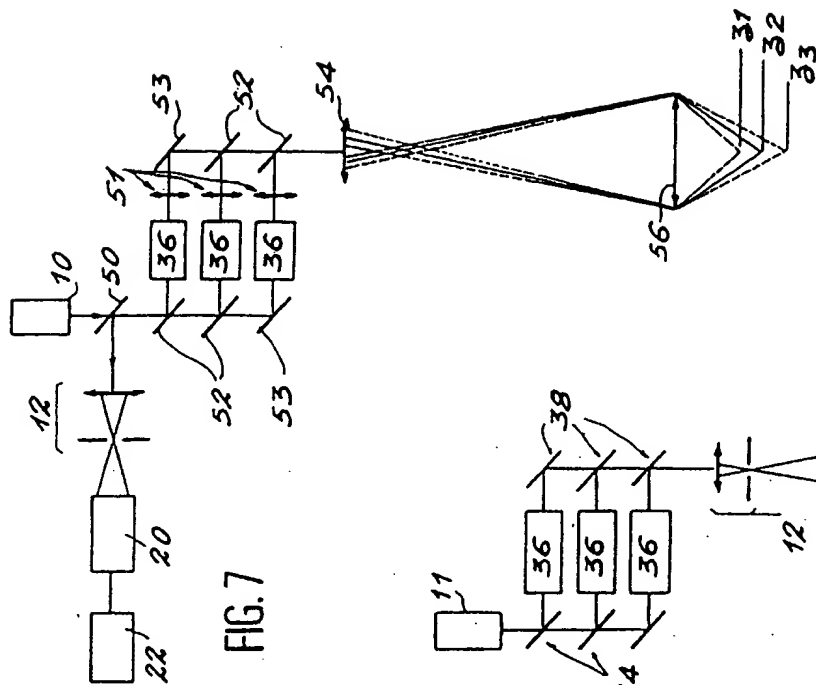


FIG. 5

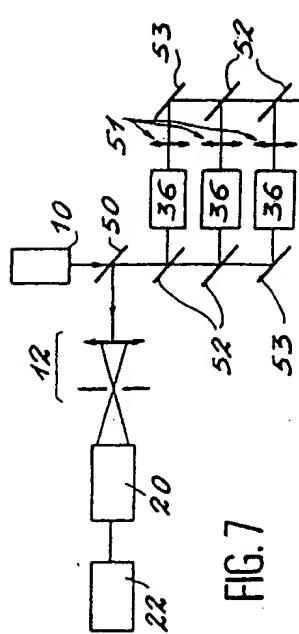


FIG. 7